XXXII Encontro Anual de Iniciação Científica
IX Encontro Anual de Iniciação Científica Jr.
EAIC 2023

GERAÇÃO DE ESTADOS GRAFO EM SISTEMAS OPTOMECÂNICOS

Bruno Piveta Schnepper (PIBIC/CNPq), Fabiano Manoel de Andrade (Orientador), e-mail: fmandrade@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Matemática e Estatística

Física/Física Geral

Palavras-Chave: *Cavidades, estados grafo, estados cluster, emaranhamento*

Resumo

Neste trabalho estudamos a geração de estados cluster gaussianos em sistemas optomecânicos e a importância de estados grafo em Computação Quântica Baseada em Medidas (CQBM).

Introdução

Um grafo é um par $G(V, E)$, onde V é o conjunto de vértices e E o conjunto de arestas. Um estado grafo é um estado quântico que pode ser representado por um grafo, como mostramos esquematicamente na Fig. 1.

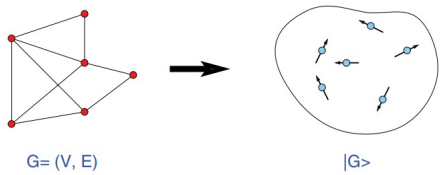


Figura 1. Estado Grafo. Adaptado de [1].

Estados grafo são altamente emaranhados e possuem aplicações importantes em CQBM. Na CQBM o cálculo é feito por meio de uma sequência de medições locais nos sistemas quânticos idênticos associados a cada vértice. No caso de sistemas quânticos contínuos a informação é armazenada nos graus de liberdade de posição e momento de cada sistema, caracterizando um estado grafo gaussiano. Nesse projeto estamos interessados na geração de estados grafo gaussianos usando sistemas optomecânicos.

Materiais e Métodos

Este trabalho baseia-se no estudo de conceitos fundamentais da óptica quântica e computação quântica, e utilizamos exclusivamente literatura estrangeira dentre as quais as referências [1,2].

Resultados e Discussão

O Hamiltoniano de um sistema optomecânico composto de uma cavidade óptica, impulsionada por M lasers, acoplada a N osciladores mecânicos é dado por

$$\mathcal{H} = \omega_c a^\dagger a + \sum_{j=1}^{N} \left[\Omega_j b_j^\dagger b_j + g_j a^\dagger a (b_j^\dagger + b_j)\right] + \epsilon(t) a^\dagger + \epsilon^\dagger(t) a.$$

Após uma série de aproximações e uma tranformação unitária U, é possível reescrever o Hamiltoniano acima em termos dos modos coletivos $(c_1, c_2, ..., c_N)$ do sistema

$$\mathcal{H} = \beta a^\dagger (c + c^\dagger). \qquad (1)$$

A dinâmica dissipativa desse sistema obedece a equação mestra de Lindblad

$$\frac{d\rho}{dt} = -i\,[\mathcal{H}, \rho] + 2\kappa(2a\rho a^\dagger - a^\dagger a\rho - \rho a^\dagger a),$$

onde o último termo é responsável pelos processos dissipativos, considerando a dissipação κ da cavidade. É possível mostrar [2] que estado estacionário dessa equação para o Hamiltoniano (1), possui a matriz de covariância de um estado de cluster gaussiano, o qual representa um caso especial de estado grafo gaussiano.

Conclusão ou Conclusões

Usando esse método, é posível gerar estados cluster gaussianos associados à diferentes grafos uma vez que a transformação $U = -(i1 + A)$ é obtida através da matriz de adjacência A do grafo desejado. Isso permite o uso de sistemas optomecânicos como uma interface ainda melhor para CQBM.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e ao INCT-IQ.

[1] IONICIOIU, R.; SPILLER ,T. . Encoding graphs into quantum states: An axiomatic approach. **Physical Review A**, v. 85, 062313, Oct. 2012.

[2] HOUHOU, O.; AISSAOUI, H.; FERRARO, A. . Generation of cluster states in optomechanical quantum systems. **Physical Review A**, v. 82, 063843, Dec. 2015.